

0-734613

На правах рукописи



ЗОЛОТОВ Александр Иванович

**ЭРОЗИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ  
ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ  
УЛЬЯНОВСКОГО ПРЕДВОЛЖЬЯ**

Специальность 25.00.25. - геоморфология и эволюционная  
география .

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации  
на соискание учёной степени  
кандидата географических наук

Ульяновск - 2003

Работа выполнена на кафедре географии Ульяновского государственного педагогического университета имени И.Н. Ульянова

**Научный руководитель:**

доктор географических наук, профессор Бастраков Геннадий Викторович  
(Брянский государственный университет)

**Официальные оппоненты:**

доктор географических наук, профессор Чалов Роман Сергеевич  
(Московский государственный университет),

доктор географических наук, профессор Можжерин Владимир Ильич  
(Казанский государственный университет)

**Ведущая организация:** Ульяновский научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства

Защита состоится « 29 » мая 2003 г. в /5 часов в 1512 аудитории  
второго учебного корпуса Казанского государственного университета на  
заседании диссертационного совета К 212.081.02 по защите диссертации на  
соискание ученой степени кандидата географических наук при Казанском  
государственном университете по адресу: 420008, Казань, ул. Кремлевская, 18,  
корп. 2, факультет географии и геоэкологии.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке им. Н.И.  
Лобачевского Казанского государственного университета.

Отзывы и замечания, заверенные печатью, просим направлять по  
указанному адресу в 2-х экземплярах.

Автореферат разослан « 26 » апреля 2003 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат географических наук, доцент



Ю.Г. Хабутдинов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Эрозия почв как природный и антропогенный процесс, смыве почв как неотвратимый результат эрозии, изучаются давно. Эти явления исследуются вследствие их широкого распространения на Земле и огромного экономического и экологического ущерба.

Эрозионными процессами охвачены земли всех районов и хозяйств Ульяновской области, особенно на правобережье Волги. Фактически каждый четвертый гектар пашни в различной степени эродирован (Золотов, 1995). В выполненных ранее исследованиях по проблемам эрозии в регионе не рассмотрены вопросы сопротивления почв размыву и эрозионной устойчивости земель как количественной основы анализа, оценки, прогноза эрозии почв и обеспечения их сохранения и рационального использования. Требуют решения проблемы районирования и картографирования эрозионной устойчивости земель и надёжного количественного обоснования почвозащитного землеустройства и земледелия.

**Целью** настоящей работы явилось исследование эрозионной устойчивости пахотных земель Ульяновского Предволжья и разработка рекомендаций по их противоэрозионной оптимизации.

Для достижения поставленной цели решались следующие **основные задачи:**

- лабораторное определение сопротивления размыву и категорий впитывания пахотных почв;
- оценка природных факторов сопротивления почв размыву;
- расчёт и картографирование эрозионной устойчивости пахотных земель по ключевым участкам Ульяновского Предволжья;
- сопоставление результатов исследований с материалами почвенно-эрозионных работ;
- разработка рекомендаций по оптимизации эрозионной устойчивости пахотных земель и расчет противоэрозионных мероприятий при помощи персонального компьютера.

Для решения поставленных задач применялись различные **методы:** полевое исследование ключевых участков с отбором почвенных образцов; лабораторный эксперимент по определению категории впитывания и сопротивления

почв размыву; морфометрический анализ топографических карт крупного масштаба; компьютерный анализ эрозионных свойств почв и эрозионной устойчивости пахотных земель; анализ почвенных и эрозионных карт.

Исследовано более 160 образцов пахотных почв нарушенной структуры из 15 административных районов Ульяновского Предволжья.

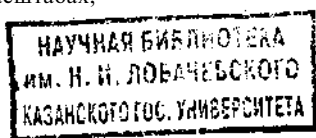
Всё оборудование, используемое для определения сопротивления почв размыву и категорий впитывания экспериментальным путем (цилиндры, устройство для очистки почвы от примесей, прибор для размыва почвенного образца и др.) сделано автором по аналогии лаборатории Брянского госуниверситета.

Исходные фактические данные получены на основе обработки топографических карт масштаба 1:10000 и 1:25000, почвенных карт масштаба 1:50000, фондовых материалов ВолгоНИИГипрозем, архива Ульяновского госкомитета по земельным ресурсам.

Исследования по теме диссертационной работы выполнялись с 1988 по 2002 гг. в Ульяновском государственном педагогическом университете им. И.Н. Ульянова, в рамках координационного плана Министерства народного образования РСФСР по теме «Разработка расчётных методов обоснования противоэрозионной защиты земель по агроклиматическим зонам страны» и по заданию 01.01.ДЗ (СЭВ) «Составить почвенно-эрозионную карту СССР и разработать прогноз развития эрозионных процессов почвы».

**Научная новизна** сводится к следующим положениям:

- выполнено исследование сопротивления почв размыву Ульяновского Предволжья и дана оценка роли основных факторов сопротивления почв размыву;
- составлены графики для определения сопротивления почв размыву нарушенной структуры Ульяновского Предволжья - черноземов и серых лесных - по процентному содержанию в них гумуса и физической глины;
- произведена региональная оценка эрозионной устойчивости пахотных земель;
- выполнено почвенно-эрозионное картографирование и районирование исследуемой территории в различных масштабах;



- создана опытная компьютерная программа «Pochva», позволяющая рассчитывать противоэрозионные мероприятия на землях с различной степенью эродированности.

### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Высокое сопротивление почв размыву черноземов Ульяновского Предволжья (в 2 раза выше, чем у серых лесных) связано с относительно высоким содержанием гумуса, частиц размером  $<0,01$  мм и частиц  $<0,001$  мм;
2. Из всех факторов, определяющих сопротивление размыву, ведущими являются почвенные: механический состав и содержание гумуса;
3. Сопротивление размыву почв нарушенной структуры Ульяновского Предволжья - черноземов и серых лесных - можно определить по процентному содержанию в них гумуса и частиц  $<0,01$  мм, используя полученные графики;
4. Картографирование эрозионной устойчивости земель по регулярной сетке квадратов более трудоемко, но оно отличается большей объективностью эрозионной ситуации по сравнению с картой, построенной по сети точек.
5. Компьютерная программа «Pochva» быстрее и точнее даёт рекомендации по оптимизации эрозионной устойчивости эродированных пахотных земель.

**Практическая ценность работы.** Полученная база данных обеспечивает возможность оценки, прогноза эрозионной устойчивости пахотных земель и обоснования противоэрозионной защиты почв региона, решения экологических проблем, связанных с использованием земельных и почвенных ресурсов.

По результатам исследования составлены карты эрозионной устойчивости пахотных земель и даны рекомендации для почвозащитного землеустройства и землепользования на примере ряда хозяйства Ульяновского Предволжья.

Результаты работы используются в учебном процессе при подготовке специалистов по географическим и природоохранным специальностям.

**Апробация работы.** Результаты исследования докладывались на итоговой научной конференции Казанского государственного университета (1993 г.), на межвузовских семинарах молодых ученых по эрозионным и русловым процессам (Псков, 1994; Брянск, 2000), на IX, X совещаниях Межвузовского научно-координационного совета по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов при МГУ (Брянск, 1994, Вологда, 1995), на научно-практической конфе-

ренции «Региональные эколого-фаунистические исследования как научная основа фаунистического мониторинга» (Ульяновск, 1995), на Всероссийской научной конференции «Современная география и окружающая среда» (Казань, 1996), на пленуме геоморфологической комиссии РАН (Волгоград, 1996), рабочем совещании по овражной эрозии (Ульяновск, 1998), на XIII-XVII пленарных межвузовских координационных совещаниях по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов (Псков. 1998; Уфа. 1999, Волгоград, 2000; Санкт-Петербург, 2001; Краснодар, 2002), на итоговых научных конференциях Ульяновского государственного педагогического университета в 1988, 1990-96, 1999-2002 гг.

Результаты исследований изложены в 18 публикациях.

**Структура и объём работы.** Диссертация объемом 145 страниц состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы из 168 наименований, приложения. Работа включает 26 рисунков и 18 таблиц.

Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю доктору географических наук, профессору Г.В. Бастракову за помощь при работе над диссертацией, а также доктору географических наук, профессору Г.П. Бутакову, коллегам по работе.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассмотрены современные представления о эрозионной устойчивости земель. Одним из её показателей является сопротивление почв размыву. Сопротивление почвы размыву - это её способность противостоять силовому воздействию движущейся воды. Оно, как правило, определяется экспериментально. Эрозионная устойчивость - способность участков земной поверхности противостоять эрозионным деформациям. Эрозионная устойчивость отражает сопротивление почв размыву в зависимости от комплекса конкретных природных условий: слоя стока, крутизны и экспозиции склонов, их длины и т.д.

Сопротивление размыву по Г.В. Бастракову является одной из исходных величин при оценке эрозионной устойчивости земель и решении противоэрозионных вопросов по формулам, основанным на теории подобия.

Применение перечисленных показателей не исключает применение других. В единстве они раскрывают многообразные стороны эрозионного процесса.

Существование расчетной зависимости между сопротивлением размыву  $R$  (по Г.В. Бастракову) и донной размывающей скоростью  $V_p$  (по М.С. Кузнецову) позволяет упростить расчеты по противоэрозионной защите земель. Переходные зависимости, например, от показателя относительной смываемости ( $jR_0$ ) к численному значению неразмывающей скорости ( $V_{дон}$ ), а далее к значению сопротивления размыву ( $R$ ) позволяет значительно сократить полевые экспериментальные исследования и повысить эффективность практических расчетов.

Исследование сопротивления почв размыву, определяющее эрозионную устойчивость земель, хорошо обосновано теоретически, имеет ясный физический смысл. С его применением получены результаты по самым различным регионам. Метод отличается также простотой и надежностью эксперимента в лабораторных и полевых условиях, возможностью их повторения и проверки результатов, быстротой расчетов, достаточная для практики точность результатов, возможность использования при их обработке математических методов. Поэтому в работе основным методом анализа принят метод, основанный на теории эрозионной устойчивости (Бастраков, 1972, 1983, 1994).

Получаемая для пахотных почв величина сопротивления размыву ( $R$ ) характеризует минимальную способность верхнего горизонта почвы противостоять эрозии, поскольку характер подготовки образцов к испытанию приведен в соответствие с состоянием почв в условиях чистого пара.

Далее в главе рассматривается история картографирования эрозионных процессов в Ульяновской области. Земли области отличаются высокой степенью освоенности. На сельскохозяйственные угодья приходится около 60% земельного фонда области, в т.ч. на пашню - 48,6%. Общая площадь земель, подверженных водной и ветровой эрозии, в области составляет более 17%, в том числе: 13,4% слабо-, 2,3% средне- и 1,4% сильноэродированных. Фактически каждый четвертый гектар пашни эродирован в различной степени (Золотов, 1995). Эрозионными процессами охвачены сельскохозяйственные земли всех административных районов.

Эрозию почв и причины, вызывающие её в Ульяновской области, много лет изучали Н.М. Коротана (1967, 1978), А.Л. Дедков (1978), К.С. Кальянов (1974, 1976, 1981), Г.З. Веснина (1976, 1981), Э.А. Часовникова (1976, 1981).

М.П. Катина (1974), Ф.Д. Добрынин (1979), В.Ф. Ерхов (1981), К.И. Карпович (1983), А.А. Шкляр (1999) и другие исследователи. Детально изучены факторы водной и ветровой эрозии, включая овражную и плоскостной смыв. Сделаны попытки эрозионного районирования территории области (Лидов и др., 1958; Коротина, 1971, 1977; Кальянов, 1974; Кальянов, Веснина, 1976, 1977а,в,г; 1981; Шкляр, 1999; и др.). Составленные схемы районирования различаются территориальным охватом, принципами составления, исходным материалом для анализа и т.д.

Несмотря на достигнутые успехи в изучении эрозии почв и контролирующих её факторов, до настоящего времени нет однородного анализа эрозионной устойчивости земель изучаемой территории.

**Вторая** глава начинается с краткой физико-географической характеристики ключевых участков, в число которых вошли 4 хозяйства Ульяновского Предволжья: СПК «Шиловский» Сенгилеевского района, СПК им. Куйбышева Майнского района, ТОО «Волжанка» Ульяновского района, ОПХ ТСХА «Новоникулинское» Цильнинского района. Они расположены в различных физико-географических условиях и отличаются некоторыми показателями почвенных свойств и рельефа (табл. 1).

В целом, образцы пахотных почв нарушенной структуры для определения сопротивления размыву взяты в пределах 15 административных районов Ульяновского Предволжья. Поэтому они полно представляют все многообразие почвенного покрова указанной территории как по генезису, так и по геоморфологическим условиям.

Исследование более 160 образцов показало большую зависимость сопротивления размыву от количества гумуса и механического состава почв (табл. 2). Сопротивление размыву зависит и от генезиса: у серых лесных пахотных почв Ульяновского Предволжья оно в 2 раза ниже чернозёмных. Это в целом связано с низким содержанием гумуса, физической глины (частиц менее 0,01 мм) и илистой фракции (частиц менее 0,001 мм). Внутри одного подтипа почвы сопротивление размыву, как правило, возрастает с увеличением количества гумуса и содержания глинистых частиц. По материалам ключевых участков установлено,



Таблица 1.

**Осредненные показатели изученных факторов сопротивления почв  
размыву на ключевых участках Ульяновского Предволжья**

Показатели		СПК «Шило- вский»	СПК им. Куй- бышева	ТОО «Вол- жанка»	ОПХ «Но- вонику- линское»
Почвенные	Количество гумуса, %	7,1	4,0	5,9	9,0
	Содержание физической глины, %	56,7	41,1	49,6	56,0
	Содержание илистой фракции, %	30,1	20,2	37,8	нет дан- ных
	Механический состав	глини- стый	среднесу- глинистый	тяжелосу- глинистый	Тяжелосу- глинистый
	Категория впитывания	IV	IV	IV	IV-V
	Степень смывости	слабая	несмытые	несмытые	Несмытые
Геомор- фоло- гические	Крутизна склона, град.	2,7	1,5	1,2	1,3
	Абсолютная высота, м	144	253	145	176
	Длина линии стока, м	124	331	281	330

что степень зависимости сопротивления почв размыву от механического состава увеличивается от глинистых и тяжелосуглинистых до легкосуглинистых.

Таблица 2.

**Обобщённые показатели сопротивления почв размыву  
Ульяновского Предволжья**

Почвы	Сопротивление размыву, Н			Среднее содержание в %		
	мин.	макс.	сред.	гу- муса	частиц менее 0,001мм	0,01мм
Светло-серые лесные	6,0	23,2	13,0	1,6	7,8	21,0
Серые лесные	5,0	32,4	15,0	2,3	11,6	28,5
Темно-серые лесные	8,3	37,4	17,0	4,1	11,2	33,7
Дерново-карбонатные	30,0	39,0	34,5	9,1	14,2	51,6
Черноземы оподзоленные	12,1	47,5	29,0	6,0	28,2	7,2
Черноземы типичные карбонатные	13,1	59,2	30,7	6,2	27,0	53,7
Черноземы выщелоченные	14,2	63,9	32,1	6,3	30,9	54,4
Черноземы типичные	19,2	59,4	38,7	6,4	27,2	45,3
Черноземы типичные остаточно-карбонатные	22,4	84,6	44,3	8,3	нет данных	65,8

В порядке повышения сопротивления размыву почвы Ульяновского Предволжья располагаются следующим образом: светло-серые лесные => серые лесные => темно-серые лесные => чернозёмы оподзоленные => чернозёмы типичные карбонатные => чернозёмы выщелоченные => чернозёмы типичные => чернозёмы типичные остаточного-карбонатные.

По этому ряду хорошо видно, что сопротивление размыву почвенного покрова является зональным признаком.

Результаты определения связи сопротивления размыву с факторами его определяющими показывают, что они располагаются следующим образом: содержание илистой фракции ( $r=0,68$ ), количество гумуса ( $r=0,60$ ), механический состав ( $r=0,55$ ), содержание физической глины ( $r=0,54$ ) и абсолютная высота места положения ( $r=-0,40$ ). Коэффициенты связи всех пяти факторов с сопротивлением размыву достоверно на уровне 99,9%. Сопротивления размыву почв зависит и от экспозиции склона: наибольшее его значение имеют почвы на склонах северо-восточной и восточной экспозиции, наименьшее - западной.

Проведённые расчеты коэффициентов корреляции не выявили наличие связи между сопротивлением размыву почв и степенью их смывистости ( $r=0,11$ ), категорией впитывания почв ( $r=0,08$ ) и крутизной склонов ( $r=0,08$ ). Из всех факторов, определяющих сопротивление почв размыву ( $R$ ), по тесноте связи ведущими являются почвенные: механический состав и содержание гумуса.

Это сделало возможным определять сопротивление размыву ( $R$ ) по процентному содержанию в почве гумуса и частиц размером менее 0,01 мм. Для чего нами составлены графики (рис. 1, 2).

Определение производится в следующей последовательности: по содержанию гумуса находим по кривой А на оси Х первое значение сопротивления почв размыву, а по содержанию частиц < 0,01 мм в % по кривой Б - второе. Затем по двум значениям определяем искомую среднюю величину сопротивления почв размыву нарушенной структуры.

Анализ коэффициентов корреляции сопротивления почв размыву с его факторами на ключевых участках дал следующие результаты. Степень зависимости сопротивления размыву от процентного содержания гумуса тем больше,

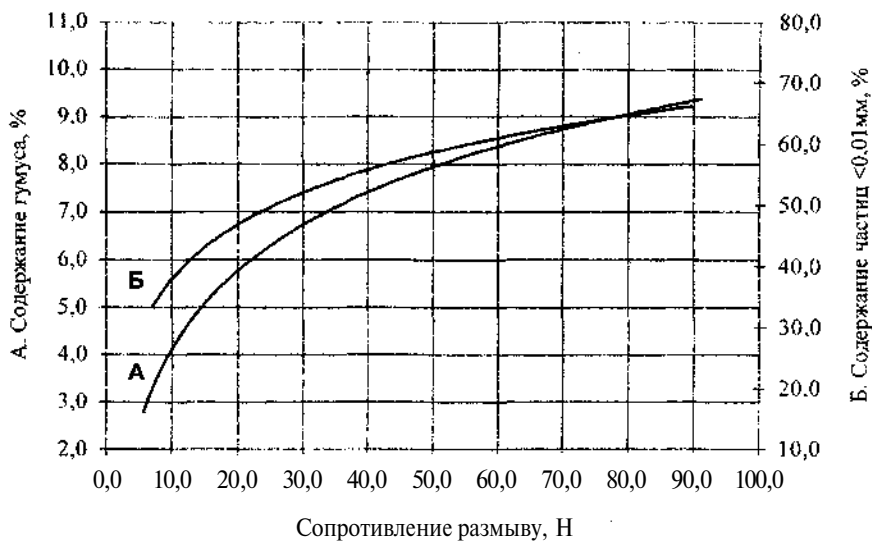


Рис. 1. График для определения сопротивления размыву черноземов

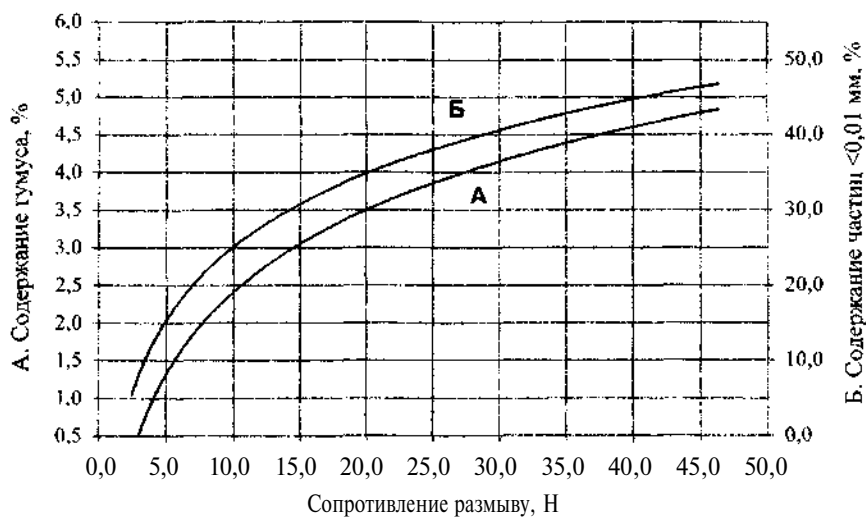


Рис. 2. График для определения сопротивления размыву  
серых лесных почв

чем меньше его содержится в почве. Другими словами, чем больше содержание гумуса в почве, тем меньше влияние оно оказывает на сопротивление почв размыву, и, наоборот, когда в почве меньше гумуса, то степень связи его с сопротивляемостью размыву возрастает.

В третьей главе рассматривается эрозионное картографирование Ульяновской области в мелком и крупном масштабах.

Составленная в масштабе 1:2 500 000 почвенно-эрозионная карта впервые позволила привести в единую систему имеющийся материал по пораженности эрозией почвенного покрова сельскохозяйственных угодий области (по данным ВолгоНИИГипрозем). На этой карте показана интенсивность проявления водной эрозии почв от стока талых и ливневых вод по следующим степеням: 1 - очень слабая (доля суммы средне- и сильноэродированных почв от сельскохозяйственных угодий составляет 0-5%); 2 - слабая (5,1-10%); 3 - средняя (10,1-25%). Овражная эрозия при этом районировании не учитывалась, поскольку ее развитие переводит пашню в категорию неудобных земель.

Наличие массовых данных по сопротивлению размыву и категориям впитывания почв Ульяновского Предволжья дало возможность картографирования эрозионной устойчивости земель в более крупных масштабах (не менее 1:50 000).

Крупномасштабное картографирование эрозионной устойчивости проводилось двумя способами: 1) по ряду точек на топографической карте; 2) на основе регулярной сетки квадратов. Для точек в первом способе при вычислении эрозионной устойчивости (P) использовалась критериальная формула (Бастраков, 1994):

$$P_x = \frac{R_x}{9810 \cdot H \cdot (\sin \alpha)^m \cdot S_y \cdot \lambda}$$

где  $P_x$  - эрозионная устойчивость склона в пределах точки X;  $R_x$  - сопротивление почвы размыву нарушенной структуры в точке X; H - среднегодовой слой активного поверхностного склонового стока, м;  $\alpha$  - крутизна склона в градусах; m - показатель степени при уклоне, зависящий от сопротивления почв размыву;  $S_y$  -

условная площадь водосбора,  $m^2$ ;  $\lambda$  - коэффициент, учитывающий влияние на эрозионную устойчивость экспозиции склона.

Во втором случае критериальная формула имеет вид:

$$\bar{P} = \frac{\bar{R}}{9810 \cdot H \cdot (\sin \alpha)^m \cdot S_y \cdot \lambda},$$

где значения всех исходных величин являются средневзвешенными по площади элементарных квадратов.

Сопоставление этих двух методов проведено при построении карт эрозионной устойчивости пахотных земель ОПХ «Новоникулинское».

При первом способе значения  $R$ ,  $H$ ,  $\sin \alpha$ ,  $m$ ,  $S_y$ ,  $\lambda$  определялись для каждой из точек отбора почвенных образцов, охватывающих все подтипы почв пашни хозяйства. Сопротивление размыву ( $R$ ) определено экспериментально в лабораторных условиях. На картографическую основу с точками отбора проб нанесены расчетные значения  $P_x$ , по которым выделены контуры категорий земель с различной эрозионной устойчивостью: категория I — неэрозионноопасные земли ( $P_x > 0,3$ ), категория II - земли, подверженные слабой эрозии ( $0,1 < P_x < 0,3$ ). При выделении контуров учитывались границы пахотных угодий, высота сечения и заложение между горизонталями, форма склона, почвы, эрозионная устойчивость пашни в точке.

При втором способе картографирования части территории ОПХ для точек в середине каждого квадрата со стороной 20 мм (масштаб 1:10000) определялись средневзвешенные значения  $R$ ,  $H$ ,  $\sin \alpha$ ,  $m$ ,  $S_y$ ,  $\lambda$ . Ареалы категорий эрозионной устойчивости земель выделялись по соответствующим значениям  $P$  квадратов.

Карта эрозионной устойчивости земель, составленная по регулярной сетке квадратов, более трудоемка, но отличается большей объективностью эрозионной ситуации (Золотое, 1998).

Методические различия в способах определения крутизны поверхности ( $\alpha$ ), условной площади водосбора ( $S_y$ ), экспозиции склонов ( $\lambda$ ) в каждом из подходов не дали ощутимых расхождений в показателях эрозионной устойчивости ( $P_x$  и  $\bar{P}$ ) пахотных земель на одних и тех же участках.

Сопоставление значений эрозионной устойчивости и действительной эрозионной ситуации на ключевых участках показало их высокое соответствие (не ниже 88,4%). Сходные результаты наблюдались в соотношении земель, подверженных эрозии в слабой и средней степени (в 98,4% рассмотренных случаев значениям эрозионной устойчивости менее 0.3 соответствовали эродированные почвы).

Картографирование эрозионной устойчивости пахотных земель других ключевых участков осуществлялось по первому способу - сети точек (рис. 3).

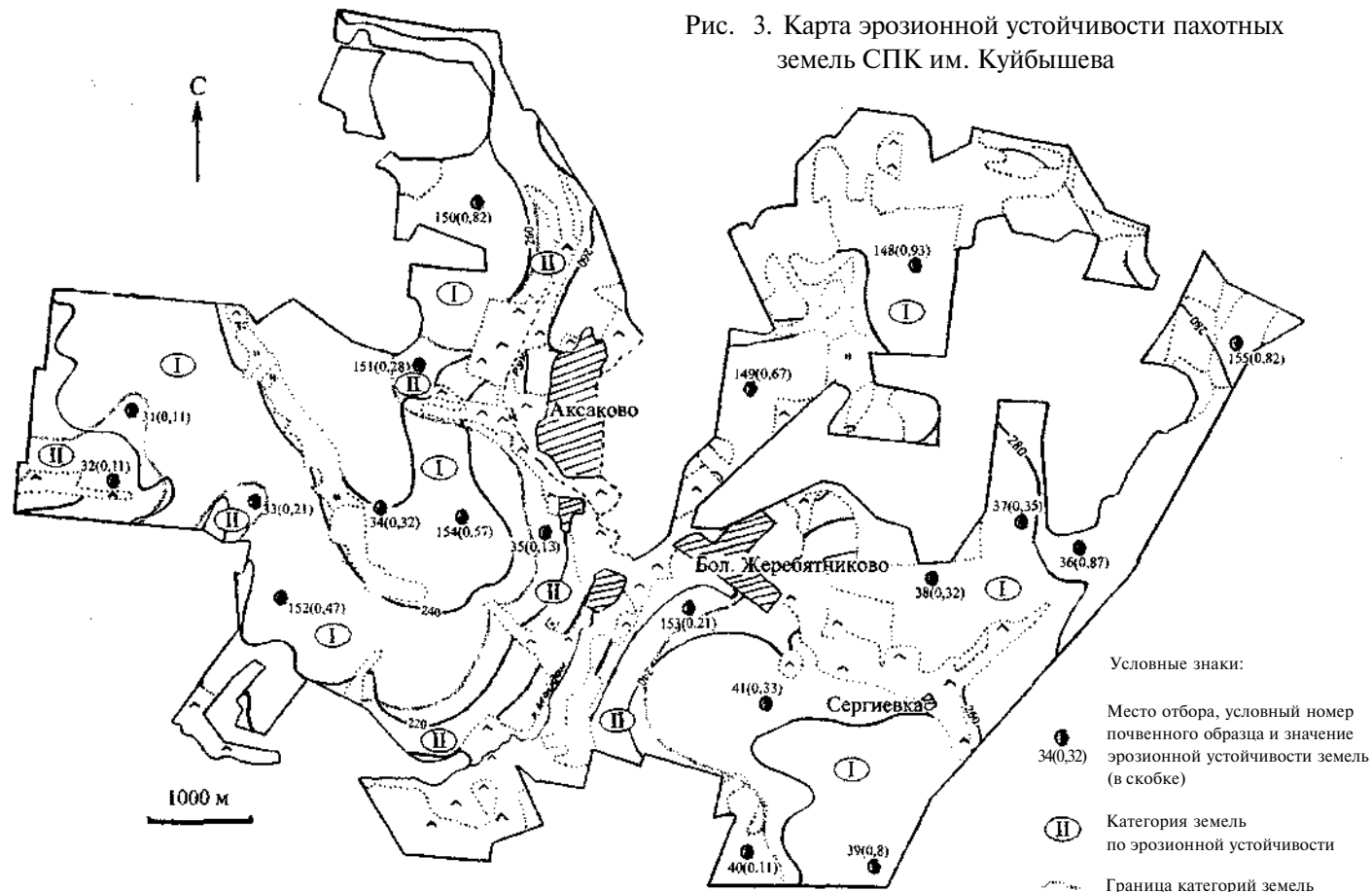
Построенные крупномасштабные карты эрозионной устойчивости позволяют решать следующие задачи: устанавливать соотношение категорий эрозионной устойчивости с категориями смытости почв; преобразовывать их в карты смыва почвы; использовать их как основу для почвенно-эрозионного районирования; обосновывать количественно почвозащитные мероприятия.

Четвертая глава посвящена обоснованию противоэрозионных мероприятий. Основная задача их заключается в том, чтобы во время поверхностного стока (от ливней или снеготаяния) эрозионная устойчивость ( $P$ ) земель не была ниже критического значения (допустимого предела).

Оптимизацию эрозионной устойчивости земель можно осуществлять путем снижения эродирующей силы склоновых потоков (уменьшение абсолютного значения знаменателя в формуле критерия), путем повышения сопротивления размыву почв (увеличение значения числителя), а чаще обоими путями одновременно.

Снижение эродирующей силы склоновых потоков возможно за счет уменьшения слоя активного стока ( $H$ ) через внедрение известных противоэрозионных приемов обработки почвы, стокорегулирующих систем, лесолугомелиорации. Оно возможно также за счет уменьшения длины прямой линии активного стока ( $L$ ), по длине которой определяется условная площадь водосбора. Противоэрозионные мероприятия в данном случае заключаются в планомерной перераспределении длинных сторон полей так, чтобы они располагались поперек удлиненных линий активного стока. Противоэрозионные лесные, кустарниковые и лесокустарниковые полосы закладываются внутри полей.

Рис. 3. Карта эрозионной устойчивости пахотных земель СПК им. Куйбышева



Соппротивление почв размыву ( $R$ ) можно повысить за счет специальных почвозащитных способов обработки, включения в севообороты эффективных в противоэрозионном отношении сельскохозяйственных культур, внесения в почву специальных препаратов, мульчирования и др.

Оптимизация эрозионной устойчивости земель сводится к тому, чтобы повысить ее до допустимого предела ( $P_d$ ), который всегда выше критического значения эрозионной устойчивости, равного 0,30.

Автором при помощи системы визуального проектирования Delphi фирмы Borland создана опытная компьютерная программа «**Pochva**», которая позволяет рассчитывать почвозащитные противоэрозионные мероприятия на землях с различной степенью эродированности.

Эта программа представляет собой диалоговую панель (рис. 4). Открытие диалога осуществляется введением минимального значения эрозионной устойчивости в точке  $X$  ( $P_x$ ) и среднего значения  $P$  для площади данного угодья в окна редактирования. Компьютерная программа определяет значение  $U$  (коэффициент, определяемый графически по средней для данного угодья величине эрозионной устойчивости в состоянии чистого пара), вычисляет допустимое значение эрозионной устойчивости ( $P_d$ ) в точке  $X$  и выводит результаты на панель, а также производит расчет противоэрозионных мероприятий. Сразу же в диалоговой панели на экране монитора появляется список необходимых агротехнических приемов и предлагаются варианты набора сельскохозяйственных культур, которые способствуют повышению устойчивости. Указываются показатели почвозащитной эффективности приемов обработки и культур. Отдельно дается расчетная эрозионная устойчивость сочетания агротехнического приема с каждой культурой, при которой действительная эрозионная устойчивость будет не ниже допустимого значения ( $P_d$ ).

Исследователь (агроном, фермер) сам подбирает сочетание зонально обоснованных приемов и культур в севообороте для нужного поля с учетом растений-предшественников. Выбор компьютерных вариантов оптимального сочетания агротехнических мероприятий будет зависеть не только от предшествующего агрофона, эрозионной устойчивости пахотных земель, но и от опыта специалиста.



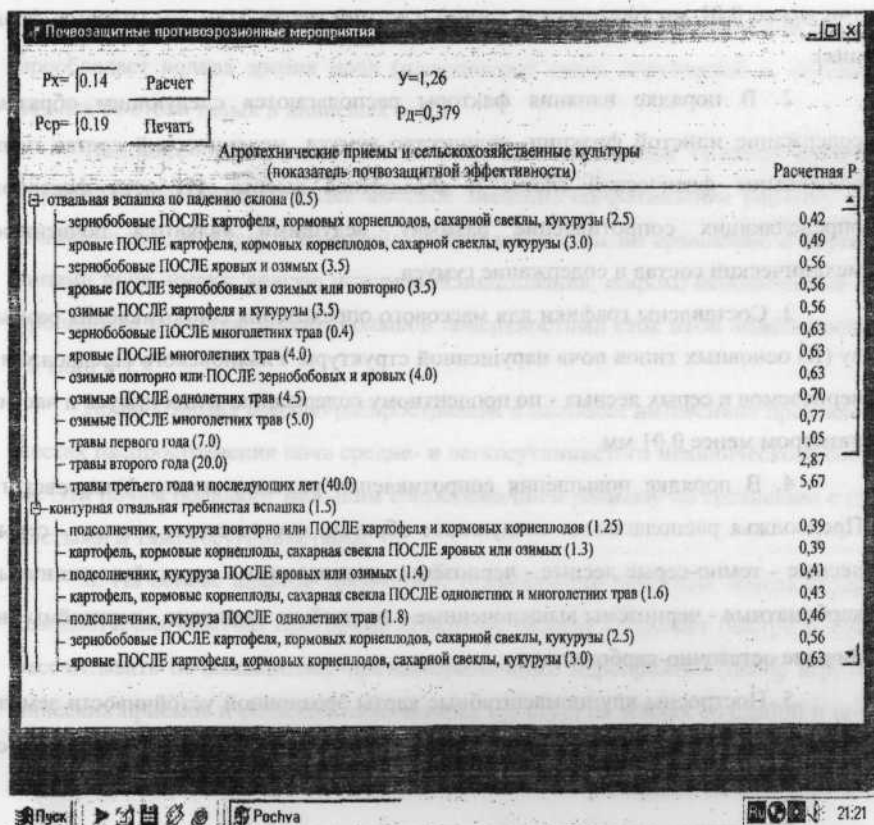


Рис. 4. Вид экрана с диалоговой панелью «Pochva»

При желании пользователь программы «Pochva» может сохранить вводимые им данные ( $R_x$ ,  $R_{cp}$ ) и полученные результаты ( $P_d$ , список вариантов приемов и культур), а также распечатать необходимую информацию на принтере.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Получены количественные показатели сопротивления размыву и категории впитывания почв Ульяновского Предволжья.

Сопротивление размыву серых лесных пахотных почв в 2 раза ниже чернозёмных. Это в целом связано с низким процентным содержанием гумуса, час-

тип. менее 0,01 мм (физическая глина) и частиц менее 0,001 мм (илистая фракция).

2. В порядке влияния факторы располагаются следующим образом: содержание илистой фракции, количество гумуса, механический состав почв, содержание физической глины и абсолютная высота. Из всех факторов, определяющих сопротивление размыву, ведущими являются почвенные: механический состав и содержание гумуса.

3. Составлены [графики для массового определения сопротивления размыву ( $R$ ) основных типов почв нарушенной структуры Ульяновского Предволжья - черноземов и серых лесных - по процентному содержанию в них гумуса и частиц размером менее 0,01 мм.

4. В порядке повышения сопротивления размыву почвы Ульяновского Предволжья располагаются следующим образом: светло-серые лесные - серые лесные - темно-серые лесные - чернозёмы оподзоленные - чернозёмы типичные карбонатные - чернозёмы выщелоченные - чернозёмы типичные - чернозёмы типичные остаточно-карбонатные.

5. Построены крупномасштабные карты эрозионной устойчивости земель двумя способами: по сети отдельных точек на топографических картах и по регулярной сетке квадратов.

Различия в определении крутизны поверхности ( $\alpha$ ), условной площади водосбора ( $S_y$ ), экспозиции склонов ( $\lambda$ ) в каждом из способов не дали ощутимых расхождений показателей эрозионной устойчивости ( $P_x$  и  $\bar{P}$ ) пахотных земель.

Картографирование эрозионной устойчивости земель по регулярной сетке квадратов более трудоемко, но отличается большей объективностью эрозионной ситуации по сравнению с картой, построенной по сети точек.

6. Анализ критического значения эрозионной устойчивости склоновых пахотных земель и действительной эрозионной ситуации показал их высокое соответствие (не ниже 88%). Сходные результаты наблюдались в соотношении земель, не подверженных явной эрозии, подверженных эрозии в слабой и средней степени (в 98% рассмотренных случаев значениям эрозионной устойчивости менее 0,3 соответствовали эродированные почвы).

7. На исследуемой территории как и в пределах всей Ульяновской области преобладает водная эрозия почв (плоскостной смыв, струйчатый и линейный размыв от стока талых и ливневых вод).

Наиболее эродированными почвами в Ульяновской области являются черноземы, несмотря на более высокое значение сопротивления размыву. Это связано с тем, что они в большей степени распаханы по сравнению с другими типами почв, имеют долгую историю использования, широко используются под пропашные культуры, имеют большой поверхностный сток из-за подстилающих их глин и т.д.

Водная эрозия широко распространена и наиболее интенсивно протекает в местах распространения почв средне- и легкосуглинистого механического состава. Эти почвы обладают меньшим сопротивлением размыву по сравнению с глинистыми и тяжелосуглинистыми.

8. На основе анализа эрозионной устойчивости пахотных земель создана компьютерная опытная программа «Pochva», которая позволяет быстро и точно рассчитывать почвозащитные противоэрозионные мероприятия (набор агротехнических приемов и сельскохозяйственных культур) на землях со слабой и средней степенью эродированности.

## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:**

1. Кальянов К.С, Золотов А.И. Эрозионные свойства почв Ульяновской области // Эрозионные свойства почв некоторых регионов РСФСР. Межвузов, сбор, науч. тр. - Брянск, 1990. - С. 78-85.
2. Ерхов В.Ф., Золотов А.И., Порозова А.Д. Научные исследования на учебных занятиях по географическому краеведению: Методич. указания. - Ульяновск : УГПИ, 1993.-46 с.
3. Золотов А.И. Сопротивление размыву почв Ульяновской области // Десятое межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. - Вологда, 1995. - С.55-56.
4. Золотов А.И. Экологическая оценка почвенных ресурсов Ульяновской области // Региональные эколого-фаунистические исследования как научная основа

- фаунистического мониторинга. - Ульяновск: Изд. УлГПУ, 1995. - С. 15-17.
5. Золотов А.И., Ерхов В.Ф., Гаврилов А.С., Жукова Е.С., Каргов А.Н., Лешина О.Н., Филатов А.Ю., Шувалова И.В. К методике прогнозирования водной эрозии // Проблемы специализированного геоморфологического картографирования. - Волгоград, 1996. - С.124-125.
  6. Золотов А.И. Использование геоморфологической карты при картографировании эрозии почв // Проблемы специализированного геоморфологического картографирования. - Волгоград, 1996. - С. 119-120.
  7. Золотов А.И. Сопротивление размыву почв и эрозионная устойчивость пахотных земель ОПХ «Новоникулинское» // Современная география и окружающая среда. - Изд. Казанск. ун-та, 1996. - С.79-81.
  8. Коротана Н.М., Золотов А.И., Шкляр А.А., Азизов З.К. Водно-эрозионный мониторинг Ульяновского Предволжья // Проблемы экологии Ульяновской области. - Ульяновск, 1997. - С.77-78.
  9. Золотов А.И. Земельные и почвенные ресурсы Ульяновской области // Проблемы экологии Ульяновской области. - Ульяновск, 1997. - С.52-54.
  10. Золотов А.И. Исследование эрозионной устойчивости земель Ульяновской области с целью оптимального их использования // Эрозия почв, охрана и рациональное использование земельных ресурсов: Мгжвуз. сборн. науч. тр. - Ульяновск: изд-во УлГПУ, 1998. - С.32-39.
  11. Золотов А.И. Картографирование эрозионной устойчивости земель // Тринадцатое межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов (г. Псков, 13-15 окт. 1998 г.). Материалы и краткие сообщения. Псков: МГУ, Псков, гос. пед. ин-т. 1998. - С. 94-95.
  12. Петров В.М., Золотов А.И. Эрозионная устойчивость пахотных земель ОПХ «Новоникулинское» // Научные основы совершенствования систем земледелия в современных условиях: Сборн. науч. тр., Т. 14. - Ульяновск, 1998. - С. 40-41.
  13. Золотов А.И. Пути оптимизации эрозионной устойчивости пахотных земель // Четырнадцатое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов (г. Уфа, 14-16 сентяб-

- ря 1999 г.). Материалы и краткие сообщения. Уфа: МГУ, Баш. гос. ун-т. 1999. - С. 126-127.
14. Золотое А.И. Количественный анализ факторов сопротивления размыву почв Ульяновского Предволжья // XV пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Волгоград, 3-5 октября 2000 г.: Доклады и сообщения / МГУ, ВГПУ. - Волгоград - Москва: Перемена, 2000. - С.96-97.
  15. Золотов А.И. Противоэрозионная устойчивость почв Ульяновского Предволжья и определяющие ее факторы // Современные и древние эрозионные процессы (Под ред. проф. А.П. Бутакова и проф. Г.А. Ларионова). - Казань, 2001.-С.36-40.
  16. Золотов А.И. Земельные ресурсы. Эрозия почв // Географическое краеведение: Учеб. пособие. - Ульяновск: УИПКПРО, «Корпорация технологий продвижения», 2002. - С. 76-79.
  17. Золотов А.И., Шкляр А.А. Географический анализ коэффициентов корреляции сопротивления почв размыву и его факторов // Краснодарское XVII пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов (17; 2002 г.). Доклады и сообщения, Краснодар. 15-17 октября 2002 г. -Краснодар, 2002 г. - С.108-109.
  18. Золотов А.И. Сопротивление почв размыву на ключевых участках Ульяновского Предволжья // Краснодарское XVII пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов (17; 2002 г.). Доклады и сообщения, Краснодар. 15-17 октября 2002 г. - Краснодар, 2002 г. - С.106-108.